

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MATHEUS HAMMERSCHMIDT LUCHESE

O PAPEL DOS PROCESSOS ESPACIAIS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICOS NA
ESTRUTURAÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES DEMERSAIS NA
PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO PARANÁ

PONTAL DO PARANÁ

2018

MATHEUS HAMMERSCHMIDT LUCHESE

O PAPEL DOS PROCESSOS ESPACIAIS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICOS NA
ESTRUTURAÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES DEMERSAIS NA
PLATAFORMA INTERNA RASA DO PARANÁ

Monografia apresentada como requisito parcial à
conclusão do curso de Oceanografia do Centro de
Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra da
Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Maikon Di Domenico

PONTAL DO PARANÁ

2018

TERMO DE APROVAÇÃO

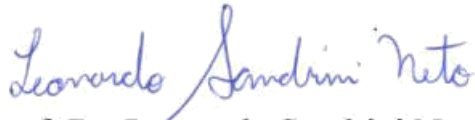
Matheus Hammerschmidt Luchese

“O PAPEL DOS PROCESSOS ESPACIAIS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICOS NA ESTRUTURAÇÃO DAS ASSEMBLÉIAS DE PEIXES DEMERSAIS NA PLATAFORMA INTERNA RASA DO PARANÁ”

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos membros:



Dr. André Pereira Cattani - CEM/UFPR



Prof. Dr. Leonardo Sandrini Neto - CEM/UFPR



MSc. Marcelo Soeth - Doutorando PGSISCO/UFPR



Prof. Dr. Maikon Di Domenico
Presidente

Pontal do Paraná, 06 de dezembro de 2018.

Dedico este trabalho aos meus amados pais, Cleri e Arabi e ao meu irmão,
Gabriel.

AGRADECIMENTOS

Agradeço meus familiares por me ajudarem a ser a pessoa que sou hoje. Ao meu primo, Ramiro Tonial, seu incentivo para que eu voltasse a cursar Oceanografia foi muito importante para retomar a minha jornada. Ao meu irmão, Gabriel, meu pai, Arabi e a minha mãe, Cleri, pelo amor, cuidado, dedicação e suporte. Obrigado por acreditarem no meu retorno e me proporcionarem viver meu sonho de cursar Oceanografia. Sem a força de vocês, nada disso seria possível. Meu muito obrigado, família.

A minha amiga e namorada de todas as horas, Ana. Grande parte da minha graduação eu passei ao seu lado, você foi acima de tudo, a minha maior companheira durante esse tempo. Sua cumplicidade, amor e felicidade foram os principais responsáveis para que eu pudesse concluir essa etapa da minha vida. Muito obrigado, meu anjo.

Ao meu orientador, Maikon Di Domenico. Lembro da conversa que tivemos sobre a minha vontade de trabalhar com estatística e peixes. Alguns dias depois, você pode me proporcionar uma oportunidade única de unir essas duas áreas da Oceanografia. Sua orientação, seu sorriso no rosto todo dia e a tranquilidade que você transmitiu durante esses dois anos de trabalho foram essenciais para que tudo ocorresse da melhor forma possível. Muito obrigado por acreditar em mim, Maik.

Ao professor Henry Louis Spach, por me proporcionar a oportunidade de desenvolver iniciações científicas durante a minha graduação, que serviram como base para o presente trabalho. A confiança transmitida durante esses projetos fez toda a diferença. Muito obrigado, Henry.

Aos professores Cláudio Dybas da Natividade, José Milton Andriguetto, Robert Schwarz Junior e Miodeli Nogueira Junior, que participaram das exaustivas coletas de peixes. Foram incontáveis horas embarcados em alto-mar, uma árdua tarefa e um imenso esforço. Muito obrigado, professores.

Aos colegas do laboratório de biologia de peixes, Helen Audrey Pichler, Sérgio Biato Stoiev, Cristina Bernardo, Lilyane Oliveira Santos, Guilherme Mac Laren Nogueira de Queiroz e César Santos, que além de auxiliarem nas coletas, triaram e contaram todo o material capturado. Muito obrigado.

Ao professor Leonardo Sandrini. Mesmo não tendo participado diretamente do projeto, sempre se mostrou prestativo, me auxiliou em algumas análises estatísticas importantes durante o trabalho. Muito obrigado, Léo.

Ao meu amigo Guilherme Cruz, pela elaboração do mapa utilizado no presente trabalho.

Ao Centro de Estudos do Mar, aos amigos e colegas que conviveram comigo nesse ambiente de estudo e trabalho durante cinco anos. Muito obrigado.

.

“Todos estamos destinados a brilhar, como as crianças.
Não apenas alguns de nós, mas todos.
Enquanto irradiamos a nossa admirável luz interior, inconscientemente estamos a
permitir aos outros, fazer o mesmo.
E, quando nos libertamos dos nossos próprios medos, a nossa presença
automaticamente libertará os medos dos outros. ”

Trecho do filme Coach Carter – Treinando para a vida.

RESUMO

Um dos objetivos centrais da ecologia é a compreensão da distribuição das espécies ao longo do espaço e do tempo. Hipóteses sobre a origem e a manutenção da biodiversidade continuam a ser formuladas e testadas, assim como métodos para melhor avaliar as escalas espaciais e temporais dos processos que controlam a distribuição das espécies. O objetivo principal desse trabalho foi avaliar a estruturação das assembleias de peixes demersais em resposta as variações espaciais, ambientais e biológicas na plataforma continental interna do estado do Paraná, Sul do Brasil. Nós utilizamos análises univariadas e multivariadas para determinar a abundância, a riqueza e a composição das assembleias de peixes demersais na região, levando em consideração variações latitudinais, mensais e de maré, gradientes de profundidade (6, 9, 12 e 15m), transparência superficial da água, temperatura e salinidade da água de fundo e precipitação. Além disso, determinamos a importância relativa das variáveis espaciais, ambientais e dos padrões de distribuição espaço-temporais da megafauna bêntica (Echinodermata, Arthropoda e Mollusca) na estruturação das assembleias de peixes demersais. Os peixes demersais concentraram-se em regiões mais rasas da plataforma continental interna (6, 9m), influenciados pelas menores salinidades da água de fundo e pelas menores transparências superficiais da água, que ocorreram em função do maior aporte fluvial no verão e no outono. Elevadas biomassas de camarões juvenis da espécie *Xiphopenaeus kroyeri* (camarão sete-barbas), em regiões mais rasas, também explicaram as maiores abundâncias e riquezas nessas áreas. A composição das assembleias foi marcada pela formação de um gradiente espacial que separa espécies coletadas em pontos mais profundos (12, 15m), de outras coletadas em pontos mais rasos (6, 9m). As análises de redundância canônica particionadas (RDAP) indicaram que no inverno, primavera e verão, as relações de presa-predador entre os peixes demersais e o camarão sete-barbas foram os principais responsáveis pelos processos estruturadores das assembleias. No outono, o efeito combinado entre esse fator biótico e fatores ambientais como, profundidade, transparência superficial da água e precipitação acumulada de sete dias foram mais importantes. A relação presa-predador entre os peixes demersais e o camarão sete-barbas foi um processo ecológico relevante para a estruturação das assembleias de peixes demersais na plataforma continental do Paraná.

Palavras-chave: Plataforma continental interna. Assembleias de peixes demersais. Gradiente ambiental. Variáveis bióticas. Partição da variância.

ABSTRACT

One of the central objectives of ecology is to understand the distribution of species throughout space and time. Hypotheses on the origin and maintenance of biodiversity continue to be formulated and tested, as well as methods to better evaluate the spatio-temporal scales of the processes that control the distribution of species. The main objective of this work was to evaluate the structuring of demersal fish assemblages as a response to the spatial, environmental and biological variations in the inner continental shelf of the Paraná state, South of Brazil. We used univariate and multivariate analyzes to determine the abundance, richness and composition of demersal fish assemblages in the region, taking into account latitudinal, monthly and tidal variations, depth (6, 9, 12 and 15m), surface water transparency (Secchi), salinity and temperature in the bottom and precipitation gradients. In addition, we determined the relative importance of spatial, environmental and spatio-temporal distribution patterns of benthic megafauna (Echinodermata, Arthropoda and Mollusca) in the structuring of demersal fish assemblages. The demersal fishes are concentrated in shallower regions (6, 9m) of the continental shelf, influenced by the lower salinities of the bottom and by the smaller surface water transparencies, that occur due to the greater fluvial contribution in summer and autumn. Higher juvenile shrimps *Xiphopenaeus kroyeri* (seabob shrimp) biomass in shallower regions also explain the greater abundance and richness in these areas. The assemblages composition was marked by the formation of a spatial gradient that separates species collected at deeper sites (12, 15m), from others collected at shallower sites (6, 9m). Partitioned canonical redundancy analyses (pRDA) has indicated that in winter, spring and summer the prey-predator relationships between demersal fishes and seabob shrimp were the main responsible for the structuring processes of the assemblages. In autumn, the combined effect of this biotic factor and environmental factors such as depth, surface water transparency and accumulated precipitation of seven days were more important. The prey-predator relationship between demersal fishes and seabob shrimp was an relevant ecological process for structuring demersal fish assemblages in the inner continental shelf of Paraná.

Key-words: Inner continental shelf. Demersal fishes assemblages. Environmental gradient. Biotic variables. Variation partitioning.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ÁREA DE ESTUDO E MAPA DOS PONTOS AMOSTRAIS.....	15
FIGURA 2 – VARIÁVEIS PREDITORAS (RADJ2).....	20
FIGURA 3 – VARIÁVEIS SELECIONADAS.....	23
FIGURA 4 – DIAGRAMA CCA.....	25
FIGURA 5 – RDA COM PARTIÇÃO DA VARIÂNCIA.....	28

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – MODELOS DE GLM PARA RIQUEZA E ABUNDÂNCIA.....	22
TABELA 2 – RDA COM PARTIÇÃO DA VARIÂNCIA.....	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	MATERIAIS E MÉTODOS	14
2.1	ÁREA DE ESTUDO	14
2.2	AMOSTRAGEM.....	16
2.3	ANÁLISE DE DADOS.....	17
3	RESULTADOS.....	21
3.1	MEGAFAUNA BÊNTICA	21
3.2	PEIXES DEMERSAIS	21
3.3	ASSEMBLEIAS	24
3.4	PAPEL DO ESPAÇO, DO AMBIENTE E DA MEGAFAUNA BÊNTICA.....	27
4	DISCUSSÃO	30
5	CONCLUSÕES	35
	REFERÊNCIAS.....	36
	ANEXO 1 – OCORRÊNCIAS/PERCENTUAIS MEGAFAUNA	42
	ANEXO 2 – OCORRÊNCIAS/PERCENTUAIS PEIXES DEMERSAIS	43
	ANEXO 3 – RDA COM PROCEDIMENTO DE SELEÇÃO DIRETA.	45

1 INTRODUÇÃO

As assembleias de peixes demersais nas plataformas continentais variam espacial e temporalmente e estão relacionadas com a heterogeneidade do ambiente (ROCHA *et al.*, 1998; MUTO *et al.*, 2000; SOUZA *et al.*, 2008; WILLEMS *et al.*, 2015; FUJIWARA *et al.*, 2016). Apesar de aparentemente estáveis, as plataformas continentais possuem variações espaciais e temporais de fatores bióticos e abióticos que podem influenciar diretamente a abundância, a riqueza, e a composição das assembleias de peixes demersais (ARAÚJO e AZEVEDO, 2001; SOUZA *et al.*, 2008; MUTO *et al.*, 2014; WILLEMS *et al.*, 2015). Entre os fatores bióticos, os peixes demersais respondem a uma variedade de interações ecológicas com organismos de outros grupos taxonômicos (SCHLUTER e RICKLEFS, 1993). Entre os fatores abióticos, os peixes demersais respondem a dinâmicas de massas d'água, aporte fluvial, gradientes de temperatura da água, salinidade, transparência, profundidade, composição sedimentar, oxigênio dissolvido, entre outros (ROCHA *et al.*, 1998; MUTO *et al.*, 2000; AKIN *et al.*, 2003; JUNG e HOUDE, 2003; AZEVEDO *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2008; WILLEMS *et al.*, 2015).

As variações espaço-temporais na distribuição de organismos de diferentes grupos taxonômicos que ocupam o mesmo hábitat podem apresentar congruências (SOUZA *et al.*, 2008; WILLEMS *et al.*, 2015; FUJIWARA *et al.*, 2016), auxiliando no entendimento de relações ecológicas e de como essas assembleias podem ser influenciadas por fatores bióticos e abióticos (SCHLUTER e RICKLEFS, 1993). Ao se alimentarem majoritariamente de organismos da meio e macrofauna bêntica (PIRES-VANIN, 1993), a megafauna bêntica se distribui espaço-temporalmente em função da disponibilidade desses recursos (PIRES, 1992; DE LÉO, 2006; ANDRADE *et al.*, 2015). Da mesma forma, por estarem intimamente associados ao fundo marinho, os peixes demersais respondem diretamente à presença de organismos da megafauna, seu principal recurso alimentar (SOUZA *et al.*, 2008; WILLEMS *et al.*, 2015; FUJIWARA *et al.*, 2016). Portanto, é esperado que essas duas assembleias possuam um forte relação espaço-temporal. As interações ecológicas entre as assembleias de peixes demersais e da megafauna podem ser complexas e ainda necessitam melhores compreensões (QUILEZ *et al.*, 2014).

Predizer como os fatores ambientais e biológicos e suas interações determinam os padrões na distribuição de peixes demersais em plataformas continentais, diretamente influenciadas por estuários, ainda é uma tarefa complexa (ARAÚJO e AZEVEDO, 2001; MUTO *et al.*, 2014). Os processos de interação plataforma-estuário são muitas vezes obscurecidos pelas distintas escalas de variabilidade, tornando as interpretações causa-efeito disjuntas (JUNG e HOUDE, 2003). A identificação de variáveis explicativas (preditivas), que são independentes, pode ser muito útil para uma compreensão detalhada de estruturas ecológicas ainda não conhecidas (AZEVEDO *et al.*, 2007). Nesse sentido, a partição da variância da diversidade (PERES-NETO *et al.*, 2006) pode avaliar, estatisticamente, os padrões espaciais e temporais das variáveis ambientais e biológicas, gerando dados que permitam uma explicação detalhada do papel das diferentes componentes envolvidas na explicação da estruturação das assembleias de peixes demersais. Informações sobre dietas individuais de diversas espécies de peixes demersais (SALINI *et al.*, 1990; BREWER *et al.*, 1995; CAMARGO e ISAAC, 2004; QUILEZ *et al.*, 2014) podem atuar em conjunto com dados numéricos, apoiando a existência de interações tróficas significativas (FUJIWARA *et al.*, 2016).

O estado do Paraná possui um litoral de ~ 98 km de costa (BIGARELLA, 1978) com extensas praias arenosas e alguns costões rochosos (ANGULO, 1992). A plataforma continental interna, com profundidade até 50 metros é recortada pela desembocadura do Ararapira, ao norte, Complexo Estuarino de Paranaguá, na região central e Baía de Guaratuba, ao sul (BIGARELLA, 1978, MIHÁLY E ANGULO, 2002), resultando em estruturas hidrológicas e geológicas distintas.

A composição de ambientes torna a plataforma continental do litoral paranaense um laboratório natural para aplicar modelos que integrem variações temporais e espaciais de gradientes ambientais, biológicos e o efeito combinado destes. Nesse sentido, nosso objetivo foi caracterizar a estrutura das assembleias de peixes demersais na plataforma continental interna do litoral do estado do Paraná, incluindo (i) determinar a abundância, a riqueza e a composição das assembleias, levando em consideração fatores ambientais, o espaço, o tempo e o efeito combinado destes; (ii) determinar o papel das variáveis espaciais, ambientais e biológicas (distribuição espaço-temporal dos filos: Echinodermata, Arthropoda e Mollusca) na explicação da estruturação sazonal das assembleias.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo abrange cerca de 60 km da plataforma continental interna do litoral do Paraná, tendo como limite ao norte, a Barra do Ararapira e ao sul, a cidade de Matinhos (Figura 1). Localizada na porção central da Bacia Sul Brasileira, a plataforma continental se estende até cerca de 200 km da linha de costa (MATSUURA 1986, ANGULO 1992) e a quebra do talude está localizada a ~ 150 metros de profundidade (BIGARELLA, 1978).

Nas regiões mais próximas a costa, os estuários apresentam livre troca de água com a plataforma interna adjacente, resultando em processos de mistura entre as águas estuarinas e as águas costeiras (NOERNBERG, 2001). As águas menos salinas e menos densas provenientes dos estuários, dispersam-se sobre a água costeira, mais salina e mais densa, formando as plumas estuarinas e caracterizando uma área de interação entre o continente e o oceano (WISEMAN, 1986). Essa interação pode influenciar diretamente parâmetros físicos e químicos da água, e indiretamente afetar processos biológicos.

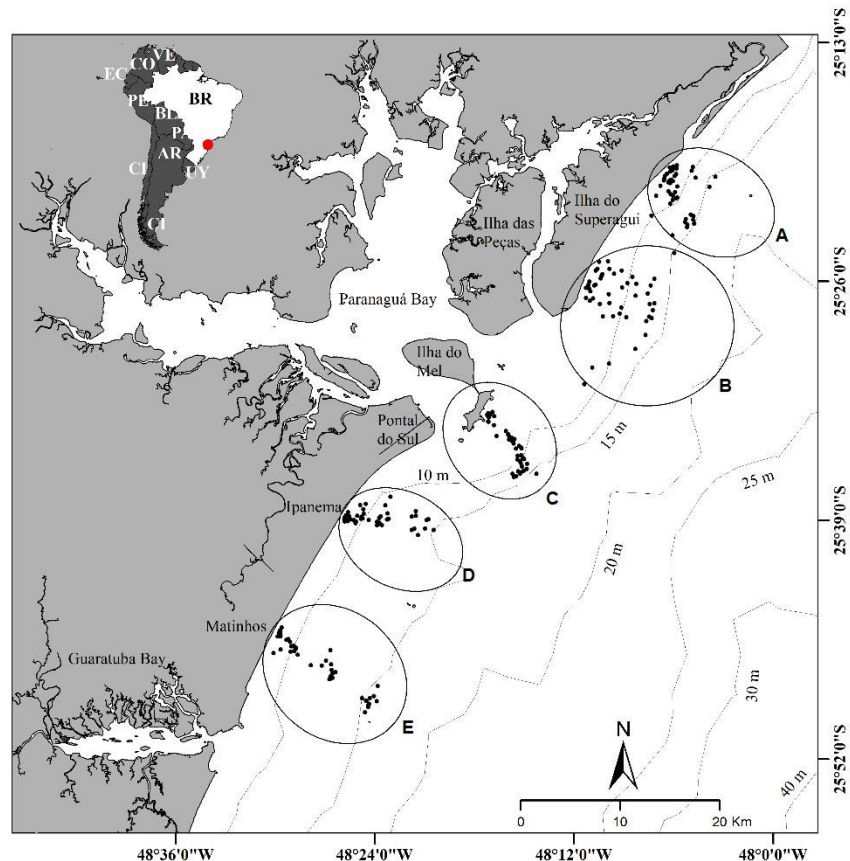
O litoral possui extensas praias arenosas e nas áreas mais rasas da plataforma, predominam sedimentos finos provenientes de estuários próximos como a Baía de Guaratuba e Complexo Estuarino de Paranaguá (MIHÁLY e ANGULO, 2002; NOERNBERG *et al.*, 2006). Esses estuários contêm grandes planícies cobertas por manguezais e são a principal fonte de nutrientes, sedimentos e poluentes para a plataforma interna (ANDRIGUETTO *et al.*, 2016). A intensidade de descarga desses materiais para o oceano está diretamente relacionada com o regime de chuvas. A precipitação anual média é de 2500 mm atingindo um máximo de 5300 mm, sendo o verão e o outono as estações mais úmidas, e o inverno a mais seca (LANA *et al.*, 2001).

Na plataforma continental interna, os sedimentos mais finos, compostos por siltes e areia muito fina com teores de lama de 10 a 40% ocorrem entre as profundidades de 5 e 15 metros, sendo a largura da faixa de distribuição desses sedimentos finos maior na região de Superagüi (transectos A e B – Figura 1) (DE OLIVEIRA, 2015). Em frente à Ipanema (transecto D) e ao município de Matinhos (transecto E) até a profundidade de 10 metros, os sedimentos são na sua maioria

areia fina e muito fina (VEIGA *et al.*, 2004). Nesses locais, em regiões mais profundas que 10 metros, o sedimento é principalmente areia grossa (VEIGA *et al.*, 2004).

No verão, longe do aporte fluvial, a plataforma continental está sujeita a intrusões de fundo da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), oceânica e rica em nutrientes (CASTRO e MIRANDA, 1998). No inverno, as águas de plataforma tendem a subverter verticalmente (CASTRO e MIRANDA, 1998). De novembro a março, estação chuvosa, ocorre a estratificação termohalina vertical da coluna d'água, enquanto que entre junho e setembro, estação seca, ocorre a homogeneização (BRANDINI *et al.*, 2007). A transparência superficial da água tende a aumentar ao longo do gradiente de profundidade (BRANDINI *et al.*, 2007). A temperatura da água de fundo é menor em regiões afastadas da costa em novembro, provavelmente influenciada pela ACAS (BRANDINI *et al.*, 2007). A temperatura da água de superfície é maior em regiões próximas da costa em fevereiro (BRANDINI *et al.*, 2007). A salinidade é menor entre novembro e janeiro na superfície e em regiões próximas da costa, influenciada pelo aporte das desembocaduras estuarinas e maior em regiões afastados da costa, nas águas de fundo (BRANDINI *et al.*, 2007).

FIGURA 1 – ÁREA DE ESTUDO – MAPA DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM LOCALIZADOS NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO PARANÁ – BRASIL



2.2 AMOSTRAGEM

De agosto de 2004 a julho de 2005, foram feitos 240 arrastos cobrindo uma área de aproximadamente 900 km² sobre a plataforma continental interna do Paraná (ANDRIGUETTO *et al.*, 2016). Mensalmente foram amostrados 20 pontos fixos, divididos em cinco transectos (A, B, C, D, E), em cada transecto, quatro profundidades (6, 9, 12, 15 m) (ANDRIGUETTO *et al.*, 2016) (Figura 1). Os arrastos foram feitos durante o dia, entre as 08:00 e 16:00h. A execução da malha amostral para cada mês foi feita durante três dias consecutivos. A navegação e o posicionamento dos locais de coleta foram orientados com dispositivo de posicionamento global (GPS).

Para a realização dos arrastos foi utilizada uma embarcação do tipo “bote” de 9 metros de comprimento, com motor de 45-HP, duas redes de portas comerciais e guincho. Foram utilizadas redes do tipo “manga seca”, com dimensões de 1,6 m de abertura da boca, 7 m de abertura entre as mangas, malhagem de 24 mm nas mangas e barriga e 20 mm no saco. As portas de madeira vazada tinham dimensões de 60 cm x 100 cm e 27 Kg cada. A velocidade média de operação dos arrastos foi de 2,5 km/hora. As capturas foram feitas utilizando procedimento usual da pesca comercial que emprega duas redes de arrasto simultaneamente. As amostras foram obtidas agrupando as capturas das duas redes.

Antes de cada arrasto, a temperatura e a salinidade da água de fundo foram medidas com CTD *Falmouth Scientific, Inc.*, e a transparência superficial da água com um disco Secchi. As profundidades foram determinadas e mantidas em cada arrasto com o uso de um ecobatímetro. Dados de precipitação foram obtidos próximo a foz da Baía de Paranaguá, na estação meteorológica do Centro de Estudos do Mar, da Universidade Federal do Paraná. Dados de maré foram obtidos através do WXTide32©, programa gratuito e de previsão atual.

A fauna proveniente de cada arrasto foi pré-selecionada ainda a bordo, acondicionada em sacos plásticos devidamente etiquetados, separando peixes, equinodermos, artrópodes e moluscos (megafauna bêntica). Posteriormente, os peixes foram levados ao laboratório de Biologia de Peixes, do Centro de Estudos do Mar, da Universidade Federal do Paraná, onde foram identificados até o nível de espécie, utilizando literatura especializada (FIGUEIREDO, 1977; FIGUEIREDO E MENEZES, 1978, 1980, 2000; MENEZES E FIGUEIREDO, 1980, 1985; BARLETTA E CORRÊA, 1992; MENEZES *et al.*, 2003). Os organismos da megafauna bêntica

foram levados ao laboratório de Ecologia de Praias Arenosas, do Centro de Estudos do Mar, da Universidade Federal do Paraná, onde foram identificados até o nível de espécie, utilizando literatura especializada (RIOS, 1985; D'INCAO, 1995; FARFANTE E KINSLEY, 1997; BUCKUP E BOND-BUCKUP, 1999; COSTA *et al.*, 2003).

2.3 ANÁLISE DE DADOS

Para a elaboração da matriz de dados bióticos (peixes demersais e megafauna bêntica) foram realizadas as contagens dos indivíduos em cada ponto amostral durante o período de doze meses. Todas as profundidades nos transectos C, D e E, do mês de março (12 amostras), não tiveram a temperatura e salinidade da água de fundo mensurada. Esses pontos apresentaram grande abundância de peixes demersais e a sua exclusão poderia comprometer a análise dos dados. Portanto, foram feitas médias de ambas as variáveis, utilizando medidas dos transectos A e B do mesmo mês. De um total de 240 pontos amostrais, 14 foram excluídos por falta de dados abióticos.

As análises estatísticas foram feitas utilizando o ambiente computacional R (R Development Core Team 2016). Para investigar as relações entre as variáveis ambientais e a riqueza e a abundância de espécies de peixes demersais foram utilizados Modelos Lineares Generalizados (GLM). Para os modelos candidatos da abundância, a alta frequência de zeros na matriz biótica tornou necessária a utilização da distribuição binomial negativa. Dez variáveis foram utilizadas para prever os modelos de abundância e riqueza: mês, transectos (A – E), profundidade (m), transparência superficial da água (m), temperatura da água de fundo (°C), salinidade da água de fundo (psu), maré (m), precipitação acumulada de um, sete e trinta dias (mm). A função *vif* (*variation inflation factor* - VIF) do pacote *car* (FOX E WEISBERG, 2011) foi utilizada para testar a multicolinearidade das variáveis ambientais (ZUUR *et al.*, 2010). A variável precipitação acumulada de trinta dias apresentou VIF > 5 e foi retirada das análises. Então, foi utilizada a função *glm* (riqueza), *glm.nb* (abundância) do pacote *MASS* (VENABLES e RIPLEY, 2002) para acessar as respostas univariadas dos peixes demersais. Por fim, foi utilizada a função *dredge* do pacote *MuMin* (KAMIL BARTÓN, 2018), que seleciona os principais modelos dentre todas as combinações possíveis das variáveis utilizadas na análise. Os modelos foram

selecionados utilizando o critério de informação de Akaike corrigido (AICc), delta AIC e pesos Akaike entre os modelos. O peso Akaike mede a probabilidade relativa de um modelo ser o melhor dentre todos os modelos aplicados. Estes são normalizados para somar 1 e interpretados como probabilidades (BURNHAM e ANDERSON, 2002). As variáveis preditoras foram interpretadas conforme sua importância relativa no modelo médio. Para as saídas gráficas foi utilizada a função *effect* do pacote *effects* (FOX, 2003) e a função *stripchart* do pacote *vegan* (JARI OKSANEN *et al.*, 2018).

Para investigar se a composição das assembleias de peixes demersais responde aos processos de estruturação local foram aplicados dois métodos assimétricos de ordenação canônica: análise de correspondência canônica (CCA) (TER BRAACK, 1986) e análise de redundância (RDA) (GITTINGS, 1985) com partição de variância (RDAP) (PERES-NETO *et al.*, 2006).

A análise de correspondência canônica (CCA) gera um diagrama de ordenação onde os pontos representam espécies e locais, e os vetores representam variáveis ambientais (TER BRAACK, 1986). O diagrama mostra os padrões de variação na composição das assembleias que podem ser explicados pelas variáveis ambientais e também permite visualizar os “centros” das composições das assembleias ao longo de cada uma das variáveis ambientais (TER BRAACK, 1986). Esses diagramas resumem as relações entre as assembleias e o ambiente (TER BRAACK, 1986). Uma característica do triplot CCA é que as espécies são ordenadas ao longo dos eixos canônicos seguindo sua distribuição ecológica ótima (BORCARD *et al.*, 2011). Isso permite uma interpretação ecológica relativamente fácil das assembleias (BORCARD *et al.*, 2011).

As espécies raras podem ter uma influência indevidamente grande na CCA (LEGENDRE e GALLAGHER, 2001). Portanto, espécies presentes em menos de 10% de todos os pontos amostrais durante todo o período de amostragem (< 24 amostras) foram consideradas raras e omitidas na análise. Antes da CCA, a matriz resposta (peixes demersais) foi transformada por $\log(y + 1)$ para minimizar o efeito de valores extremos. As variáveis ambientais (profundidade, transparência superficial da água, temperatura e salinidade da água de fundo, maré e precipitação acumulada de um e sete dias) foram padronizadas $((x - \mu) / \sigma)$. Em seguida, foi utilizada a função *cca* com procedimento de seleção direta (função *ordistep*), ambas do pacote *vegan* (JARI OKSANEN *et al.*, 2018), para investigar quais variáveis preditoras explicaram

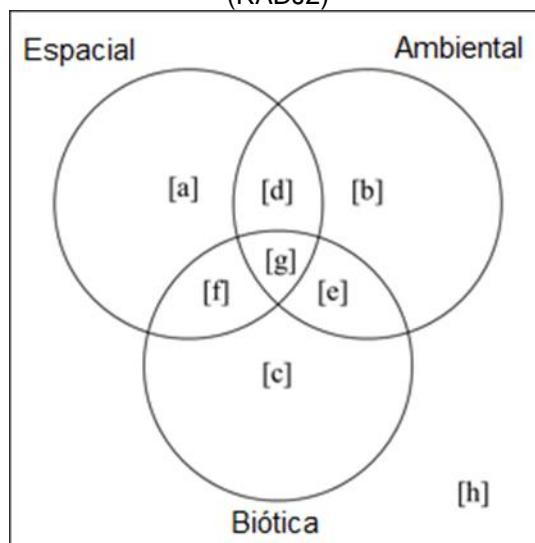
significativamente a variação da matriz de abundância de peixes demersais. Para a saída gráfica foi utilizada a função *plot* do pacote *vegan* (JARI OKSANEN *et al.*, 2018).

A análise de redundância (RDA) foi aplicada com um procedimento de seleção direta (função *ordisstep*) para investigar quais variáveis preditoras explicaram de maneira significativa a variação da matriz de abundância de peixes demersais. As variáveis preditoras espaciais foram geradas através das latitudes e longitudes dos pontos amostrais pelo *distance-based Moran's Eigenvector Maps (dbMEM's*; a princípio chamados de *Principal Coordinates of Neighbor Matrices – PCNM's*; BORCARD e LEGENDRE, 2002; DRAY *et al.*, 2006). Os autovetores produzidos pelo *dbMEM*, representam a estruturação espacial dos locais de amostragem em escalas múltiplas. Os primeiros autovetores geralmente concentram a maior parte da variação e correspondem a estruturas espaciais gerais, enquanto estruturas espaciais representativas estão relacionadas aos últimos autovetores (BORCARD *et al.*, 2011; LEGENDRE e LEGENDRE, 2012). As variáveis preditoras ambientais foram as mesmas utilizadas na CCA. Como variáveis preditoras bióticas foram utilizadas as contagens dos indivíduos de cada espécie da megafauna bêntica em cada ponto amostral. Espécies de peixes demersais e da megafauna bêntica presentes em menos de 5% dos pontos amostrais para cada estação do ano (< 3 pontos amostrais) foram consideradas raras e omitidas das análises para evitar uma sobre ponderação da sua influência nos resultados de ordenação. Antes da RDA, a matriz de resposta (peixes demersais) e a matriz preditora biótica (megafauna bêntica) foram modificadas utilizando a transformação de *Hellinger* (LEGENDRE e GALAGHER, 2001) para homogeneizar a variação entre a abundância de espécies e tornar os dados mais apropriados para serem analisados por métodos de ordenação linear (PERES-NETO *et al.*, 2006). Em seguida, foi utilizado um procedimento de partição da variância (PERES-NETO *et al.*, 2006) aplicado à análise de redundância (RDAP) para desemaranhar a resposta das espécies a variáveis espaciais, ambientais e bióticas que conduzem a estrutura das assembleias (LEGENDRE e LEGENDRE 2012). Os resultados da partição da variância foram baseados em frações ajustadas de variação (PERES-NETO *et al.*, 2006) e os níveis de significância foram computados por testes de randomização. Para investigar diferenças temporais, todas as análises foram feitas separadamente, para cada estação do ano (inverno, primavera, verão e outono).

Na RDAP, a porcentagem total de variação nos dados de espécie é decomposta em contribuições puras e compartilhadas de três conjuntos de preditores

(variáveis: espaciais (E), ambientais (A), bióticas (B)) e pode ser atribuída a diferentes frações com base em frações ajustadas de variação (R_{adj}^2): variação total explicada $[a + b + c + d + e + f + g]$ (Figura 2), variação espacial $[a + d + f + g]$, variação ambiental $[b + d + e + g]$, variação biótica $[c + e + f + g]$, variação espacial e ambiental sem a fração biótica $[a + b + d + e + f + g]$, variação espacial e biótica sem a fração ambiental $[a + c + d + e + f + g]$, variação ambiental e biótica sem a fração espacial $[b + c + d + e + f + g]$, a fração comum de variação compartilhada por preditores espaciais e ambientais $[d + g]$, a fração comum de variação compartilhada por preditores espaciais e bióticos $[f + g]$, a fração comum de variação compartilhada por preditores ambientais e bióticos $[e + g]$, fração espacial pura $[a]$, fração ambiental pura $[b]$, fração biótica pura $[c]$, fração compartilhada entre todas as variáveis $[g]$ e a fração residual de variação não explicada por E, A e B $[h]$ (PERES-NETO *et al.*, 2006) (Figura 2).

FIGURA 2 – CONJUNTO DE VARIÁVEIS PREDITORAS (ESPACIAIS, AMBIENTAIS, BIÓTICAS) ATRIBUÍDOS A DIFERENTES FRAÇÕES COM BASE NAS FRAÇÕES AJUSTADAS DE VARIAÇÃO (R_{adj}^2)



3 RESULTADOS

3.1 MEGAFAUNA BÊNICA

Foram coletadas 35 espécies da megafauna bêmica (21 espécies de artrópodes, 9 espécies de moluscos e 5 espécies de equinodermos), totalizando 341.675 indivíduos. As espécies mais abundantes foram: *Xiphopenaeus kroyeri* (93,28%), *Mellita quinquiesperforata* (2,78%), *Callinectes ornatus* (0,95%), *Callinectes danae* (0,93%), *Astropecten marginatus* (0,45%), *Litopenaeus schmitti* (0,44%), *Rimapenaeus constrictus* (0,19%), *Sicyonia dorsalis* (0,17%), *Arenaeus cribarius* (0,16%) e *Libinia spinosa* (0,12%). As frequências absolutas e relativas de todas as espécies podem ser visualizadas no Anexo 1.

3.2 PEIXES DEMERSAIS

Foram coletadas 88 espécies de peixes demersais, totalizando 57.578 indivíduos. As espécies mais abundantes foram: *Stellifer rastrifer* (27,32%), *Ctenosciaena gracilicirrhus* (8,53%), *Paralonchurus brasiliensis* (8,06%), *Larimus breviceps* (7,29%), *Stellifer brasiliensis* (6,89%), *Pellona harroweri* (5,2%), *Cathorops spixii* (4,95%), *Pomadasys corvinaeformis* (4,07%), *Cynoscion jamaicensis* (3,99%) e *Isopisthus parvipinnis* (3,69%). As frequências absolutas e relativas de todas as espécies podem ser visualizadas no Anexo 2.

As variáveis preditoras, mês, transectos, profundidade e transparência superficial da água foram selecionadas (AICc) para compor os modelos de riqueza (Tabela 1). As variáveis preditoras, mês, transectos, profundidade e salinidade da água de fundo foram selecionadas (AICc) para compor os modelos de abundância (Tabela 1). As variáveis maré (modelo de riqueza), precipitação acumulada de um dia e transparência superficial da água (modelo de abundância) apresentaram importância relativa menor do que 0,90 em ambos os modelos médios (Tabela 1). A riqueza e a abundância média de peixes demersais apresentaram tendências semelhantes de variação ao longo dos doze meses de amostragem, estratos de profundidade e transectos amostrais (Figura 3 – a, b, c, e, f, g). A riqueza foi maior em janeiro, março, abril e maio, no transecto D e em menores profundidades. A

abundância foi maior em janeiro, fevereiro, março e abril, no transecto D e em menores profundidades. A riqueza diminuiu com o aumento da transparência superficial da água que variou de 0,25 a 13 metros (Figura 3 – d). A abundância diminuiu com o aumento da salinidade da água de fundo que variou de 32,15 a 38,7 psu (Figura 3 – h).

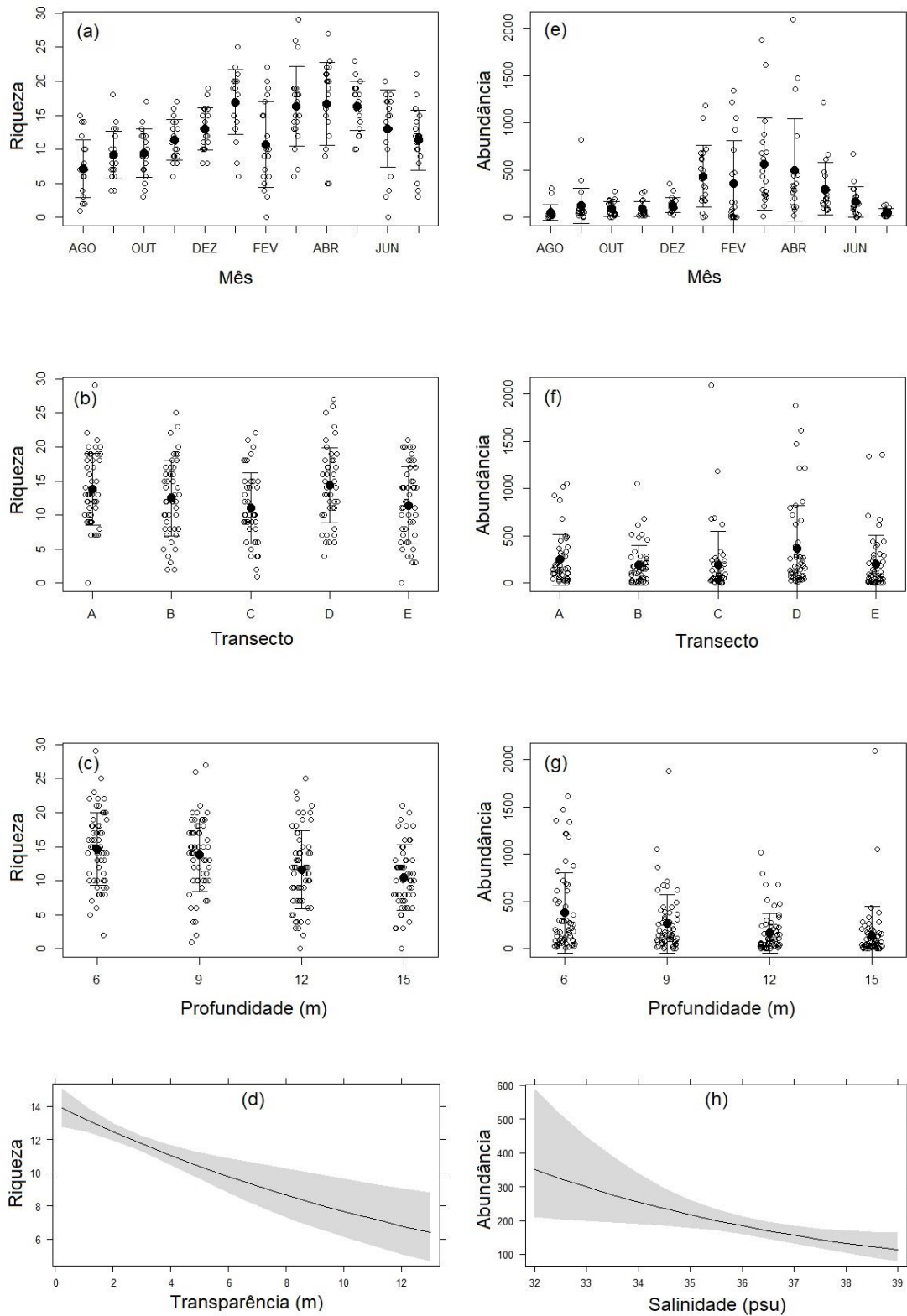
TABELA 1 - SELEÇÃO DOS MODELOS DE GLM PARA RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE PEIXES DEMERSAIS

Modelo de riqueza	df	logLik	AICc	delta	weight
riq ~ mar + mês + prof + tra + tran	19	-644,7	1331,0	0,00	0,204
riq ~ mar + mês + prof + tra + sal + tran	20	-644,1	1332,2	1,21	0,111
riq ~ mar + mês + pre2 + prof + tra + tran	20	-644,3	1332,7	1,65	0,089
riq ~ mar + mês + pre1 + prof + tra + tran	20	-644,5	1333,0	1,97	0,076
riq ~ mar + mês + prof + tra + temp + tran	20	-644,5	1333,1	2,08	0,072
riq ~ mar + mês + pre1 + prof + tra + sal + tran	21	-643,7	1333,9	2,88	0,048
riq ~ mar + mês + prof + tra + sal + tem + tran	21	-643,7	1334,0	2,97	0,046
IR: mês = 1; tra = 1; tran = 1; prof = 1					
Modelo de abundância					
abund ~ mês + pre1 + prof + tra + sal + tran	23	-1372,2	2795,9	0,00	0,138
abund ~ mês + prof + tra + sal + tran	22	-1373,8	2796,6	0,72	0,096
abund ~ mês + pre1 + pre2 + prof + tra + sal + tran	24	-1371,6	2797,0	1,14	0,078
abund ~ mês + pre1 + prof + tra + sal	22	-1374,2	2797,3	1,46	0,066
abund ~ mês + pre2 + prof + tra + sal + tran	23	-1373,1	2797,5	1,67	0,060
abund ~ mês + prof + tra + sal	21	-1375,6	2797,7	1,88	0,054
abund ~ mar + mês + pre1 + prof + tra + sal + tran	24	-1372,2	2798,3	2,39	0,042
abund ~ mês + pre1 + prof + tra + sal + tem + tran	24	-1372,2	2798,3	2,47	0,040
IR: mês = 1; tra = 1; sal = 0,96; prof = 0,95					

LEGENDA: riq (riqueza), abund (abundância) mar (maré) prof (profundidade), tra (transecto), tran (transparência da água), sal (salinidade da água de fundo), tem (temperatura da água de fundo), pre1 (precipitação acumulada de um dia), pre2 (precipitação acumulada de sete dias), IR (importância relativa).

NOTA: Modelos com delta AIC maior que três não foram considerados. Variáveis preditoras com IR > 0,90 em negrito.

FIGURA 3 – VARIÁVEIS SELECIONADAS PARA COMPOR OS MODELOS DE ABUNDÂNCIA E RIQUEZA ($IR > 0,90$)



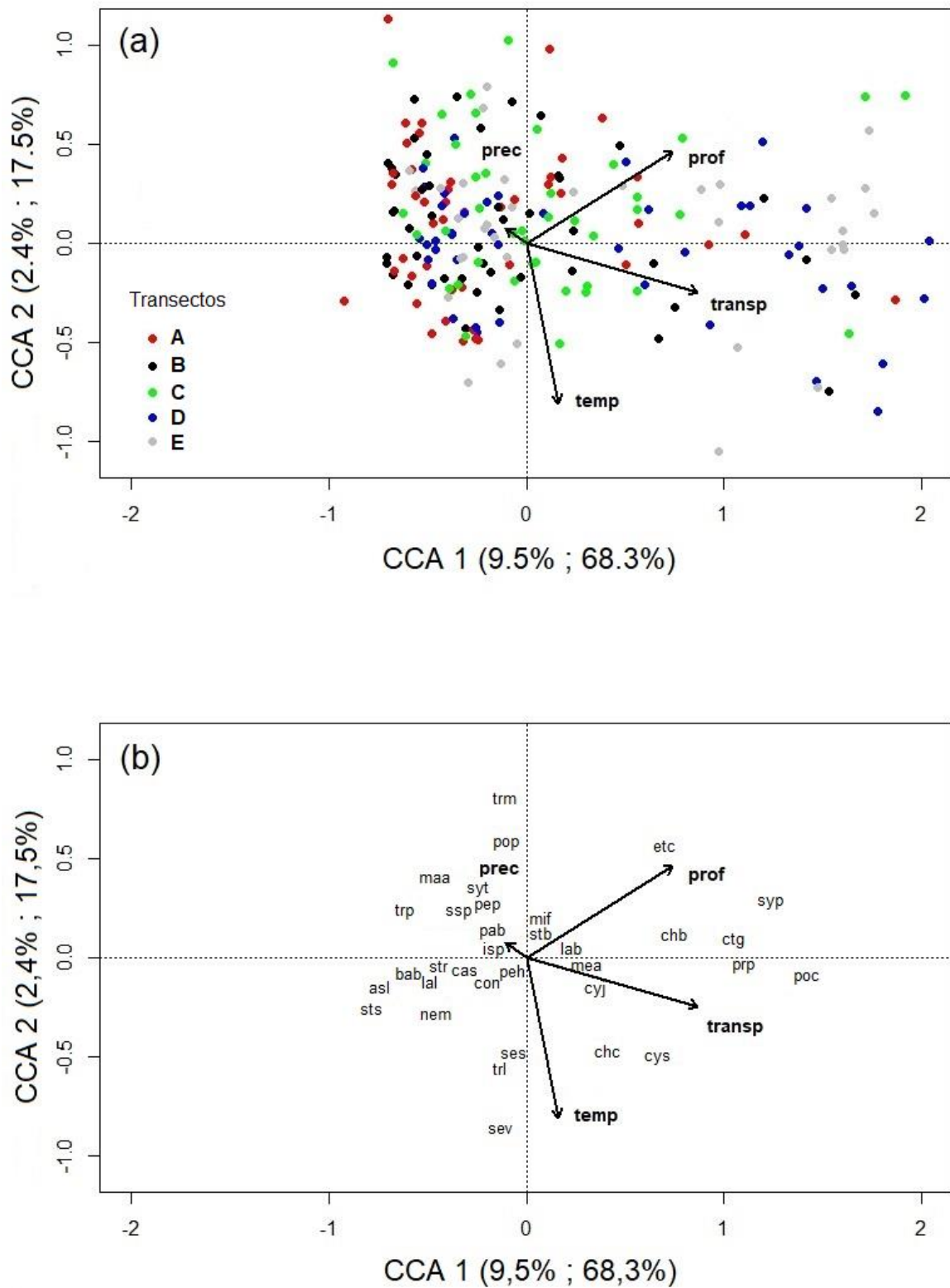
LEGENDA: relação entre as médias de riqueza e abundância com os meses (a, e), transectos (b, f), profundidades (c, g); relação entre a riqueza e a transparência superficial da água (d) e entre a abundância e salinidade da água de fundo (h). Os círculos correspondem aos pontos amostrais; círculos preenchidos e os intervalos para cima e para baixo correspondem, respectivamente, a média

e ao desvio padrão (a, b, c, e, f, g). A linha sólida representa a relação entre a variável resposta e a variável preditora e a parte sombreada corresponde ao desvio padrão (d, h).

3.3 ASSEMBLEIAS

As variáveis selecionadas para explicar a composição das assembleias (CCA) foram: profundidade, transparência superficial da água, temperatura da água de fundo e precipitação acumulada de sete dias. Os dois primeiros eixos da CCA explicaram 9,5% e 2,4% da variação percentual acumulada das espécies de peixes, respectivamente (Figura 4). O primeiro eixo explicou 68,3% da variação percentual acumulada na relação espécies – variáveis ambientais, modelada pela CCA e o segundo eixo explicou 17,5% (Figura 4). A profundidade e a transparência superficial da água foram correlacionadas com o primeiro eixo. A temperatura da água de fundo foi correlacionada com o segundo eixo. O primeiro eixo representa um gradiente espacial que difere pontos amostrais mais profundos e com maiores transparências superficiais da água (escores mais altos), de pontos amostrais mais rasos e com menores transparências superficiais da água (escores mais baixos) (Figura 4). O segundo eixo representa um gradiente que separa pontos amostrais com maiores temperaturas da água de fundo (escores mais baixos) de pontos amostrais com menores temperaturas da água de fundo (escores mais altos) (Figura 4).

FIGURA 4 – DIAGRAMA CCA



LEGENDA: profundidade (prof), transparência da água (transp), temperatura da água no fundo (temp), precipitação acumulada de sete dias (prec). A figura (a) corresponde aos escores dos pontos amostrais com os dados ambientais: transecto A (vermelho), transecto B (preto), transecto C (verde), transecto D (azul), transecto E (cinza). A figura (b) corresponde aos escores das espécies de peixes demersais

com os dados ambientais: *Aspistor luniscutis* (asl), *Bagre bagre* (bab), *Cathorops spixi* (cas), *Chirocentrodon bleekermanus* (chb), *Chloroscombrus chrysurus* (chc), *Conodon nobilis* (con), *Ctenosciaena gracilicirrus* (ctg), *Cylichthys spinosus* (cys), *Cynoscion jamaicensis* (cyj), *Etropus crossotus* (etc), *Isopisthus parvipinnis* (isp), *Lagocephalus laevigatus* (lal), *Larimus breviceps* (lab), *Macrodon ancylodon* (maa), *Menticirrus americanus* (mea), *Micropogonias furnieri* (mif), *Nebris microps* (nem), *Paralonchurus brasiliensis* (pab), *Pellona harroweri* (peh), *Peprilus paru* (pep), *Pomadasy corvinaeformis* (poc), *Porichthys porosissimus* (pop), *Prionotus punctatus* (prp), *Selene setapinnis* (ses), *Selene vomer* (sev), *Stellifer brasiliensis* (stb), *Stellifer rastrifer* (str), *Stellifer sp.* (ssp), *Stellifer stellifer* (sts), *Syacium papillosum* (syp), *Symphurus tessellatus* (syt), *Trichiurus lepturus* (trl), *Trinectes microphthalmus* (trm), *Trinectes paulistanus* (trp).

As assembleias não apresentaram nenhuma relação evidente com os transectos, sugerindo uma distribuição espacial homogênea ao longo do gradiente latitudinal litorâneo (Figura 4 – a). Amostras plotadas na parte central direita (Figura 4 – b), foram dominadas por *Pomadasy corvinaeformis* (poc), *Syacium papillosum* (syp), *Prionotus punctatus* (prp), *Ctenosciaena gracilicirrus* (ctg) e *Chirocentrodon bleekermanus* (chb). Essas espécies foram comuns em maiores profundidades e transparências superficiais da água. Na parte central esquerda (Figura 4 – b), as amostras foram dominadas por *Stellifer stellifer* (sts), *Aspistor luniscutis* (asl), *Bagre bagre* (bab), *Trinectes paulistanus* (trp), *Lagocephalus laevigatus* (lal), *Nebris microps* (nem), *Stellifer rastrifer* (str), *Cathorops spixi* (cas), *Stellifer sp.* (ssp), *Macrodon ancylodon* (maa), *Symphurus tessellatus* (syt), *Peprilus paru* (pep), *Conodon nobilis* (con), *Isopisthus parvipinnis* (isp) e *Paralonchurus brasiliensis* (pab). Essas espécies foram comuns em menores profundidades e transparências superficiais da água. A espécie *Etropus crossotus* (etc), dominante nas amostras plotadas na parte superior direita (Figura 4 – b), foi comum em maiores profundidades e transparências superficiais da água e em menores temperaturas da água de fundo. As espécies *Cylichthys spinosus* (cys) e *Chloroscombrus chrysurus* (chc), dominantes nas amostras plotadas na parte inferior direita (Figura 4 – b) foram comuns em maiores profundidades, transparências superficiais da água e temperaturas da água de fundo. Amostras plotadas na parte inferior central (Figura 4 – b), foram dominadas por *Selene Vomer* (sev), *Trichiurus lepturus* (trl) e *Selene setapinnis* (ses). Essas espécies foram comuns em maiores temperaturas da água de fundo. As espécies *Trinectes microphthalmus* (trm) e *Porichthys porosissimus* (pop), plotadas na parte superior central (Figura 4 – b), foram comuns em menores temperaturas da água de fundo. Amostras plotadas na parte central (Figura 4 – b) foram dominadas por *Cynoscion jamaicensis* (cyj), *Pellona harroweri* (peh), *Stellifer brasiliensis* (stb), *Micropogonias furnieri* (mif), *Larimus breviceps* (lab) e *Menticirrus americanus* (mea). Essas

espécies apresentaram baixos escores, tanto para o primeiro eixo quanto para o segundo, indicando baixa relação com os parâmetros ambientais medidos ou forte associação com níveis intermediários desses parâmetros, sugerindo uma assembleia de transição entre maiores e menores profundidades/transparências superficiais da água ou entre maiores e menores temperaturas da água de fundo.

3.4 PAPEL DO ESPAÇO, DO AMBIENTE E DA MEGAFaUNA BÊNTICA

A análise de RDA mostrou que as variáveis ambientais e bióticas explicaram de maneira significativa a estruturação das assembleias de peixes demersais na plataforma continental interna do Paraná (Anexo 3).

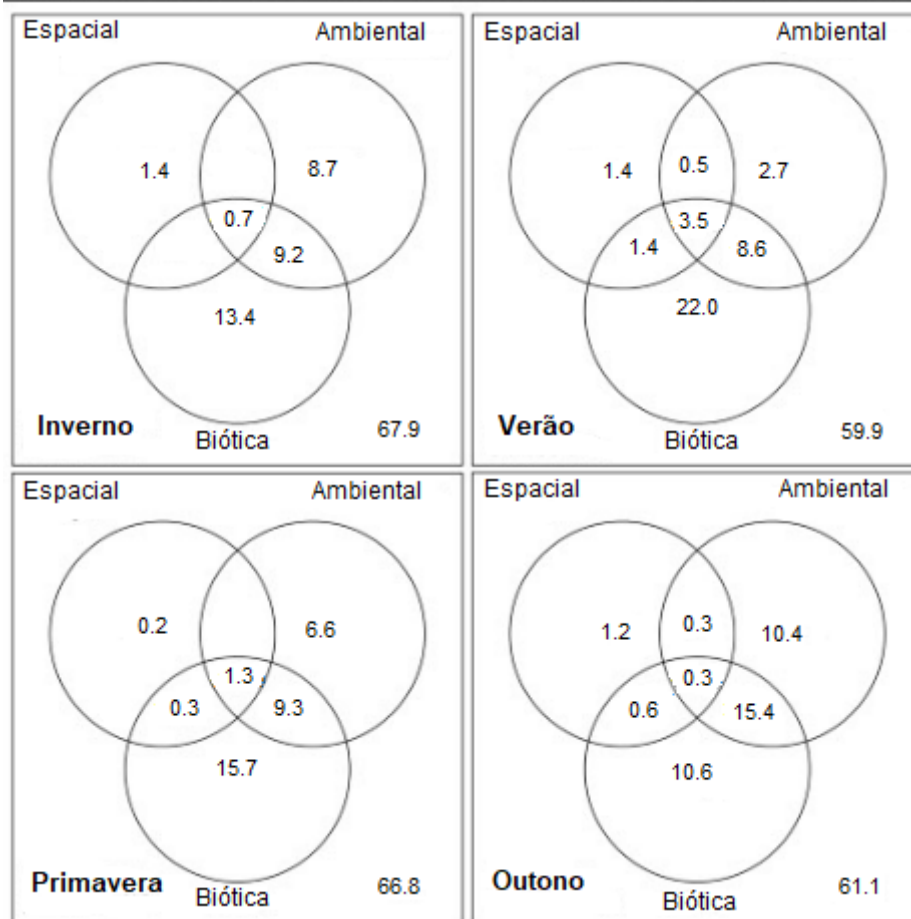
O procedimento de seleção direta selecionou a profundidade, a transparência superficial da água e a precipitação acumulada de sete dias como estruturadores das assembleias para todas as estações do ano (Anexo 3). No inverno, a temperatura e salinidade da água de fundo e a maré também explicaram os processos estruturadores das assembleias. Na primavera, a salinidade da água de fundo e a precipitação acumulada de um dia.

A distribuição espaço-temporal da espécie de camarão *Xiphopenaeus kroyeri* foi estruturadora das assembleias durante todo o ano (Anexo 3). No inverno, *Litopenaeus schmitti*, *Pleoticus muelleri*, *Rimopenaeus constrictus* (camarões), *Callinectes danae*, *Persephona mediterranea* (caranguejos) e *Mellita quinquiesperforata* (bolacha-do-mar) também foram estruturadores das assembleias. Na primavera, *Sycionia dorsalis* (camarão), *Hepatus pudibundus* (caranguejo), *Mellita quinquiesperforata* (bolacha-do-mar), *Luidia senegalensis* (estrela-do-mar). No verão, *Rimopenaeus constrictus*, *Sycionia dorsalis* (camarões), *Callinectes danae*, *Callinectes ornatus*, *Hepatus pudibundus*, *Libinia spinosa* (caranguejos), *Clibanarius vittatus* (caranguejo ermitão), *Encope emarginata* (bolacha-do-mar). No outono, *Farfantepenaeus paulensis*, *Rimopenaeus constrictus* (camarões) *Hepatus pudibundus*, (caranguejo), *Olivancilaria urceus* (molusco gastrópode).

As análises de RDA com partição da variância (RDAP) para cada estação do ano, mostraram a influência do espaço, do ambiente e da distribuição espaço-temporal dos organismos da megafauna bêntica, bem como a correlação entre essas variáveis explicativas na estruturação das assembleias de peixes demersais (Figura 5). O efeito puro e compartilhado dessas variáveis explicativas tem grande importância

na estruturação das assembleias de peixes demersais na plataforma continental interna do Paraná.

FIGURA 5 – ANÁLISES DE RDA COM PARTIÇÃO DA VARIÂNCIA. COMPREENDE AS CONTRIBUIÇÕES PURAS E COMPARTILHADAS DAS VARIÁVEIS PREDITORAS ESPACIAIS, AMBIENTAIS E BIÓTICAS, QUE EXPLICAM A ESTRUTURAÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES DEMERSAIS PARA CADA ESTAÇÃO DO ANO NA PLATAFORMA INTERNA RASA DO PARANÁ



A quantidade total de variação explicada pelas variáveis preditoras foi de 32,1% no inverno, 33,2% na primavera, 40,1% no verão e 38,9% no outono (Figura 5). A variação espacial pouco explicou a estruturação das assembleias. Por outro lado, as variáveis ambientais e bióticas foram importantes (Tabela 2). No outono, as variáveis ambientais e bióticas contribuíram de maneira semelhante para explicar a estruturação das assembleias. Nessa estação, a quantidade total de variação da matriz de peixes demersais foi principalmente explicada pela fração compartilhada entre as variáveis ambientais e bióticas (15,4%), seguida pela fração pura biótica (10,6%) e pela fração pura ambiental (10,4%). No inverno, primavera e particularmente no verão, a contribuição das variáveis bióticas foi relativamente maior do que a contribuição ambiental. Nessas estações, a quantidade total de variação da

matriz de peixes demersais foi principalmente explicada pela fração pura da variável biótica (inverno – 13,4%; primavera – 15,7%; verão – 22%), seguida pela fração compartilhada entre a variável ambiental e biótica (inverno – 9,2%; primavera – 9,3%; verão – 8,6%) e pela fração pura ambiental (inverno – 8,7%; primavera – 6,6%; verão – 2,7%).

TABELA 2 – Resultados da análise de RDA com partição da variância, aplicada sobre a matriz de peixes demersais como resposta. Os valores mostram a porcentagem de variação dos dados de peixes demersais que foram explicadas pelas variáveis espaciais (a+d+f+g (ver figura 2)), ambientais (b+d+g+e) e bióticas (c+e+f+g).

Peixes demersais	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Espacial	2,1%	1,8%	6,8%	2,4%
Ambiental	18,6%	17,2%	15,3%	27,4%
Biótica	23,3%	26,6%	35,5%	26,4%

4 DISCUSSÃO

A abundância e a riqueza de peixes demersais foram principalmente controladas por variações espaciais de profundidade e entre os transectos, assim como por variações mensais. Gradientes de salinidade da água de fundo e de transparência superficial da água também foram importantes preditores. A composição das assembleias foi controlada principalmente por um gradiente espacial relacionado as profundidades e por um gradiente ambiental relacionado a transparência superficial da água. A análise de RDAp mostrou que a variação espacial teve importância relativa menor na explicação dos padrões de variação da matriz de peixes demersais. Por outro lado, variações ambientais e biológicas e o efeito combinado de ambas foram os principais responsáveis pela estruturação das assembleias de peixes demersais na plataforma continental interna do Paraná.

Apesar da variação espacial relacionada aos transectos ter sido importante para explicar os padrões de abundância e riqueza de peixes demersais, a análise de RDAp mostrou que essa variação pouco contribuiu para explicar a distribuição das assembleias durante todo o ano. A drenagem continental da desembocadura do Ararapira, dos estuários de Paranaguá e de Guaratuba podem contribuir para o aporte de nutrientes e matéria orgânica para a plataforma continental interna, influenciando a produtividade primária e consequentemente outros níveis tróficos. A plataforma continental interna do Paraná recebe grandes contribuições sedimentares de sistemas estuarinos locais (NOERNBERG *et al.*, 2006). A contribuição estuarina é mais intensa no norte devido aos padrões de circulação de correntes convergentes próximas a linha de costa e correntes de deriva longitudinais (MIHÁLY e ANGULO, 2002). Entretanto, esses diferentes padrões não influenciaram marcadamente a estruturação das assembleias ao longo dos transectos.

A profundidade é um importante estruturador das assembleias de peixes demersais em plataformas continentais (ROCHA *et al.*, 1998; MUTO *et al.*, 2000; SOUZA *et al.*, 2008; WILLEMS *et al.*, 2015) e estuários (AKIN *et al.*, 2003; AZEVEDO *et al.*, 2007). Da mesma forma que nos transectos, a contribuição estuarina ao longo das profundidades é heterogênea, porém ocorre paralelamente a costa. No transecto central (C) as distribuições espaciais sedimentares não são descritas em detalhes na literatura. Já nos transectos norte (A e B), de 5 até 15 metros de profundidade, ocorre o predomínio de sedimentos mais finos. Nos transectos sul (D e E), até a profundidade

de 10 m, os sedimentos são na sua maioria areia fina e muito fina associado ao Complexo Estuarino de Paranaguá (VEIGA *et al.*, 2004). Em áreas mais profundas do que 10 m, o sedimento é principalmente areia grossa (VEIGA *et al.*, 2004). O tipo de composição sedimentar pode desempenhar um importante papel na ocupação e estruturação das assembleias de peixes demersais (SOUZA *et al.*, 2008; SCHWARZ, 2009). No litoral norte do estado de São Paulo foram capturadas maiores biomassas de diferentes espécies de peixes demersais e camarões em profundidades menores, caracterizadas por apresentarem areias mais finas (SOUZA *et al.*, 2008). Um substrato composto por sedimentos mais finos pode favorecer o estabelecimento e manutenção dos camarões no ambiente, contribuindo para as relações ecológicas com os peixes da família Sciaenidae (SOUZA *et al.*, 2008). Espécies da família Sciaenidae como: *Isopisthus parvipinnis*, *Macrodon ancylodon*, *Nebris microps*, *Paralonchurus brasiliensis*, *Stellifer sellifer*, *Stellifer rastrifer*, *Stellifer sp.*, foram comuns em menores profundidades.

A composição das assembleias na plataforma interna rasa do Paraná mostrou um padrão de transição entre assembleias rasas e profundas. A assembleia rasa apresentou maior riqueza e abundância, composta principalmente por espécies das famílias Sciaenidae e Ariidae. Os cienídeos são conhecidos por apresentarem alta abundância relativa em profundidades menores (RIBEIRO NETO, 1989; ROCHA *et al.*, 1998; MUTO *et al.*, 2000; WILLEMS *et al.*, 2015) e são comumente encontrados em plataformas continentais rasas sobre substratos de areia ou lama, sendo a maioria, peixes demersais (MENEZES e FIGUEIREDO 1980). A assembleia de regiões mais profundas foi formada por espécies das famílias Gramistidae, Paralichthyidae, Pristigasteridae, Sciaenidae e Triglidae.

A transparência superficial da água pode atuar como proxy para a disponibilidade de alimento (PESSANHA e ARAÚJO, 2003). A maior influência das plumas estuarinas em regiões mais rasas da plataforma tende a aumentar a concentração de matéria orgânica e diminuir a transparência superficial da água e o contrário ocorre em pontos mais profundos. Como a matéria orgânica pode afetar diretamente as assembleias da meio e macrofauna (DE LÉO, 2006), importantes recursos alimentares da megafauna (PIRES-VANIN, 1993), as plumas estuarinas podem controlar indiretamente a distribuição espaço-temporal dos peixes demersais que utilizam a megafauna como principal recurso alimentar (SALINI *et al.*, 1990;

BREWER *et al.*, 1995; CAMARGO e ISAAC, 2004; SOUZA *et al.*, 2008; QUILEZ *et al.*, 2014).

A sazonalidade é considerada um fator importante na estruturação de comunidades nos oceanos tropicais (LONGHURST e PAULY, 1987). A área incluída nesse estudo pode ser caracterizada como uma região subtropical. Na plataforma continental interna do estado de São Paulo, variações na estruturação das assembleias de peixes demersais responderam as variações na temperatura da água de fundo que ocorrem em função da dinâmica de intrusão da ACAS (ROCHA *et al.*, 1998; MUTO *et al.*, 2000; SOUZA *et al.*, 2008). Na plataforma continental interna do Paraná, ao contrário do que ocorre na plataforma continental interna de São Paulo, a intrusão da ACAS pode não atingir áreas mais rasas (6 a 15 metros de profundidade) da plataforma e a temperatura da água de fundo é quente no verão (BRANDINI *et al.*, 2007). Nossos dados não evidenciaram baixas temperaturas da água que caracterizassem a intrusão da ACAS no verão em nenhuma das profundidades amostradas. Apesar da temperatura da água de fundo não ser um fator relevante na explicação da abundância e riqueza, ficou evidente a formação de duas assembleias distintas ao longo de um gradiente sazonal de temperatura. A maior drenagem continental ocorreu durante a estação chuvosa, o que provavelmente induziu a estratificação física (salinidade) leve de novembro até abril (ANDRIGUETO *et al.*, 2016). Altas precipitações acumuladas no verão e início do outono (ANDRIGUETTO *et al.*, 2016) contribuíram para um maior aporte fluvial resultando em menores salinidades e maiores disponibilidades de matéria orgânica e nutrientes para o aumento da produtividade biológica. Em resposta, a abundância aumentou nesse período. Além disso, no mês de fevereiro, os dados de precipitação foram muito baixos (ANDRIGUETTO *et al.*, 2016), resultando em maior salinidade da água de fundo e menor abundância.

A estruturação das assembleias de peixes demersais foi explicada majoritariamente pela estruturação da megafauna no inverno, primavera e verão. No outono, as variações ambientais associadas as variações na estruturação da megafauna foram mais importantes. Mudanças sazonais na dominância e composição de espécies podem ser influenciadas pela partição de recursos temporais, dinâmicas de recrutamento e migração, resposta das espécies a fatores ambientais ou por alguma combinação entre esses parâmetros (AKIN *et al.*, 2003). Os peixes demersais se alimentam ativamente de diversas espécies da megafauna (SALINI *et al.*, 1990;

BREWER *et al.*, 1995; CAMARGO e ISAAC, 2004; QUILEZ *et al.*, 2014). Espécies como *Hepatus pudibundus*, *Callinectes sp.*, *Portunus sp.*, *Exhippolysmata oplophoroides*, *Xiphopenaeus kroyeri*, *Penaeus brasiliensis*, *Penaeus sp.*, *Sicyonia sp.*, moluscos bivalves, moluscos gastrópodes e espécies da ordem Stomatopoda, além de outros organismos, já foram encontradas em estômagos de peixes demersais (QUILEZ *et al.*, 2014). A família de peixes demersais Sciaenidae, se alimenta principalmente de peixes e crustáceos (QUILEZ *et al.*, 2014). Em nosso estudo, o camarão peneídeo *Xiphopenaeus kroyeri* ou camarão sete-barbas, teve a abundância maior do que todas as outras espécies da megafauna somadas. Esse camarão, assim como outras espécies de decápodes, são importantes recursos alimentares para os cieniídeos (QUILEZ *et al.*, 2014). Essa espécie foi importante para explicar a estruturação das assembleias durante todo o ano. Desse modo, a relação de presa-predador entre os peixes demersais e o camarão sete-barbas, pode ser um processo ecológico de relevância para a estruturação das assembleias. Na plataforma continental interna do Suriname, as associações entre os peixes demersais e os camarões sete-barbas são denso-dependentes e ocorrem principalmente em regiões mais rasas (WILLEMS *et al.*, 2015). Associações entre peixes demersais e outras espécies de camarão também ocorrem na plataforma continental interna de São Paulo (SOUZA *et al.*, 2008), no Golfo do México (FUJIWARA *et al.*, 2016), no Golfo de Carpentaria (SALINI *et al.*, 1990; BREWER *et al.*, 1995) e em estudos experimentais (MACIA *et al.*, 2003).

Os peixes também podem ser seletivos quanto ao tamanho da presa (SALINI *et al.*, 1990; BREWER *et al.*, 1995). Na plataforma continental interna rasa do Paraná, o ciclo de vida e as dinâmicas populacionais do camarão sete-barbas já foram detalhadas na literatura (ANDRIGUETTO *et al.*, 2016). Tanto a alta abundância e riqueza de peixes demersais, quanto as maiores biomassas e as menores classes de tamanho dos camarões são mais comuns em menores profundidades (ANDRIGUETTO *et al.*, 2016). Locais mais rasos podem abrigar maior abundância e riqueza de peixes demersais em função do aumento do número de presas, principalmente de camarões juvenis, que procuram áreas mais rasas para se desenvolver (ANDRIGUETTO *et al.*, 2016). No verão e no inverno, o tamanho médio é menor, sugerindo um período de recrutamento que ocorre em regiões mais rasas (ANDRIGUETTO *et al.*, 2016), favorecendo a predação. As maiores abundâncias e riquezas de peixes demersais ocorreram no verão e no outono e as maiores

biomassas de camarões no outono (ANDRIGUETTO *et al.*, 2016). Portanto, associações sazonais entre alta abundância e riqueza de peixes demersais e altas biomassas de camarões também são presentes na área de estudo.

5 CONCLUSÕES

A riqueza e a abundância de peixes demersais foram maiores em menores profundidades, no transecto D e nos meses correspondentes ao verão e ao outono. Este padrão pode estar relacionado com as menores salinidades da água no fundo e transparências superficiais da água, que ocorrem em menores profundidades e nos meses com maior *run-off* estuarino para a plataforma continental interna. Além disso, o maior *run-off* estuarino em períodos mais chuvosos, pode aumentar as concentrações de matéria orgânica e nutrientes na plataforma continental interna, influenciando a distribuição espaço-temporal de organismos da megafauna bêntica que podem servir de alimento para os peixes demersais.

A composição das assembleias de peixes demersais foi explicada por um gradiente espacial de profundidade e transparência superficial da água, formando uma assembleia rasa e outra profunda. A assembleia formada majoritariamente por peixes demersais da família Sciaenidae ocorre em profundidades menores. A temperatura da água também foi responsável por formar duas assembleias distintas, uma em períodos mais quentes e chuvosos, e outra, em períodos mais frios e secos.

A estruturação das assembleias respondeu de maneira significativa a variações ambientais e biológicas. No inverno, primavera e verão, a partição de recursos que reduz a competição por alimento, as dinâmicas de recrutamento e migração e as relações de presa-predador entre os peixes demersais e o camarão sete-barbas foram os principais responsáveis pelos processos estruturadores das assembleias. No outono, o efeito combinado entre esses fatores bióticos e fatores ambientais como a profundidade, a transparência superficial da água e a precipitação acumulada de 7 dias foram mais importantes.

REFERÊNCIAS

- AKIN, S.; WINEMILLER, K. O.; GELWICK, F. P. Seasonal and spatial variations in fish and macrocrustacean assemblage structure in Mad Island Marsh estuary, Texas. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 57, p. 269-282. 2003.
- ANDRADE, L. S.; FRAMESCHI, I. F.; COSTA, R. C.; CASTILHO, A. F.; FRANSOZO, A. The assemblage composition and structure of swimming crabs (Portunoidea) in continental shelf waters of southeastern Brazil. *Continental Shelf Research*, v. 94, p. 8-16. 2015.
- ANDRIGUETTO-FILHO, J. M.; NATIVIDADE, C. D.; BRANDINI, F. P.; TEIXEIRA, R. A. Local hydrography and fishing drive life cycle strategies and population dynamics of the sea-bob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* in a coastal subtropical environment in Brazil. *Hydrobiologia*, v. 771, p. 207-225. 2016.
- ANGULO, J. R. Geologia da planície costeira do estado do Paraná. 334 f. Tese (Doutorado – Instituto de Geociências) – Universidade de São Paulo, 1992.
- ARAÚJO, F. G.; AZEVEDO, M. C. C. Assemblages of Southeast-South Brazilian Coastal Systems Based on the Distribution of Fishes. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, v. 52, p. 729-738. 2001.
- AZEVEDO, M. C. C.; ARAÚJO, F. G.; CRUZ-FILHO, A. G., PESSANHA, A. L. M.; SILVA, M. A.; GUEDES, A. P. P. Demersal fishes in a tropical bay in southeastern Brazil: Partitioning the spatial, temporal and environmental components of ecological variation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 75, p. 468-480. 2007.
- BARLETTA, M.; CORRÊA, M. F. M.; Guia para a identificação de peixes da costa do Brasil. Editora da UFPR, 1992.
- BERNARDES JÚNIOR, J. J.; RODRIGUES FILHO, J. L.; BRANCO, J. O.; VERANI, J. R. Spatiotemporal variations of the ichthyofaunal structure accompanying the seabob shrimp, *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea: Penaeidae), fishery in important fishery areas of the Santa Catarina shore, Brazil. *Zoologia*, v. 28, n. 2, p. 151-164. 2011.
- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; MATOS, D. J. de.; WERNER, A. A serra do mar e a porção oriental do estado do Paraná: um problema de segurança ambiental e nacional (contribuições à geologia, geografia e ecologia regional), 1978.
- BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. Numerical ecology with R. Springer, 2011, 319 p.
- BORCARD, D.; LEGENDRE, P. All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices. *Ecological Modelling*, v. 153, n. 1/2, p. 51-68. 2002.

BRANDINI, F. P.; NOGUEIRA JR, M.; SIMIÃO, M.; CODINA, J. C. U.; NOERNBERG, M. A. Deep chlorophyll maximum and plankton community response to oceanic bottom intrusions on the continental shelf in the South Brazilian Bight. *Continental Shelf Research*, v. 89, p. 61-75. 2014.

BRANDINI, F. P.; SILVA, A. S.; SILVA, E. T.; KOLM, H. Sources of nutrients and seasonal dynamics of chlorophyll in the inner shelf off Paraná State – South Brazil Bight. *Journal of Coastal Research*, v. 23, p. 200-226. 2007.

BREWER, D. T.; BLABER, S. J. M.; SALINI, J. P.; FARMER, M. J. Feeding Ecology of Predatory Fishes from Groote Eylandt in the Gulf of Carpentaria, Australia, with Special Reference to Predation on Penaeid Prawns. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, v. 40, p. 577-600. 1995.

BUCKUP, L.; BOND-BUCKUP, G. Os crustáceos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Ed. Universidade UFRGS, 1999.

BURNHAM, K.; ANDERSON, D. Information and likelihood theory: a basis for model selection and inference. *Model Selection and Multimodel Inference: a Practical Information-Theoretic Approach*, v. 2, p. 49–97. 2002.

CAMARGO, M.; ISAAC, V. Food categories reconstruction and feeding consumption estimates for the Sciaenid Macrodon Ancydon (Block e Schneider), and the congeneric fishes Stellifer rastrifer (Jordan) (Pisces, Perciformes) in the Caeté Estuary, Northern Coast of Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 21, n. 1, p. 85-89. 2004.

CASTRO, B. M.; MIRANDA, L. B.; Physical Oceanography of the western atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S – Coastal segment(4,W). *The Global Coastal Ocean: Regional Studies and Syntheses*. In: A. Robinson, K. Brink (Eds.). The Sea, Wiley, 1998, v. 1, p. 209-251.

COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; MELO, G. A. S.; FREIRE, F. A. M. Chave ilustrada para a identificação dos camarões Dendrobranchiata do litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, São Paulo, v. 3, n. 1, p.1-12. 2003.

DE LÉO, F. C.; PIRES-VANIN, A. M. S. Benthic megafauna communities under the influence of the South Atlantic Central Water intrusion onto the Brazilian SE shelf: A comparison between an upwelling and a non-upwelling ecosystem. *Journal of Marine Systems*, v. 60, p. 268-284. 2006.

DE OLIVEIRA, L. H. S. Morfologia e sedimentologia da plataforma continental interna paranaense. 90 f. Tese (Doutorado em Geologia - Geociências) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

D'INCAO, F. Taxonomia, padrões distribucionais e ecológicos dos dendrobranchiatas (Crustacea: Decapoda) do Brasil e Atlântico Ocidental. 365 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Zoologia) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

DRAY, S.; LEGENDRE, P.; PERES-NETO, P.R. Spatial modelling: a comprehensive framework for principal coordinates analysis of neighbour matrices (PCNM). *Ecological Modelling*, v. 196, n. 3/4, p. 483-493. 2006.

FARFANTE, P. I.; KENSLEY, B. F. Penaeoid and Sergestoid shrimps and prawns of the world. Paris: Éditions du Muséum National d'Histoire Naturelle, 1997.

FIGUEIREDO, J. L. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil – I. Introdução - Cações, raias e quimeras. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1977.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil – II. Teleostei (1). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 1978.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil – III. Teleostei (2). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 1980.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil – VI. Teleostei (5). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 2000.

FOX, J. Effect Displays in R for Generalised Linear Models. *Journal of Statistical Software*, v. 8, n. 15, p. 1-27. 2003.

FOX, J. WEISBERG, S. An {R} Companion to Applied Regression, Second Edition. Thousand Oaks CA: Sage. Pacote car – ambiente R. 2011.

FUJIWARA, M.; ZHOU, C.; ACRES, C.; MARTINEZ-ANDRADE, F. Interaction between Penaeid Shrimp and Fish Populations in the Gulf of Mexico: Importance of Shrimp as Forage Species. *PLOS ONE*, v. 11, n. 11, p. 1-15. 2016.

GITTINS, R. Canonical analysis – A review with applications in ecology. Springer, 1985, 351 p.

JARI OKSANEN.; F. GUILLAUME BLANCHET.; MICHAEL FRIENDLY.; ROELAND KINDT.; PIERRE LEGENDRE.; DAN MCGLINN.; PETER R. MINCHIN.; R. B. O'HARA.; GAVIN L. SIMPSON.; PETER SOLYMOS.; M. HENRY H. STEVENS.; EDUARD SZOECS.; HELENE WAGNER. Community Ecology Package. Pacote vegan - ambiente R. 2018.

JUNG, S.; HOUDE, E. D. Spatial and temporal variabilities of pelagic fish community structure and distribution in Chesapeake Bay, USA. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 58, p. 335-351. 2003.

KAMIL BARTÓN. Multi-Model Inference. Pacote MuMIn – ambiente R. 2018.

LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil. In: SEELIGER, U.; KJERFVE, B. (Eds.). *Coastal Marine Ecosystems of Latin America*. Springer-Verlag, Berlin, 2001, p. 131-145.

LEGENDRE, P.; GALLAGHER, E. D. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*, v. 129, n. 2, p. 271-280. 2001.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. Numerical ecology. Elsevier, Terceira Edição, 2012, 870 p.

LONGHURST, A.; D. PAULY. Ecology of Tropical Oceans. Academic Press, San Diego, 1987, 407 p.

LOWE-McCONNELL, R. H. Ecological Studies in Tropical Fish Communities. Cambridge University Press, Cambridge, 1987, 382 p.

MATSUURA, Y. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta (RS). *Ciência e Cultura*, v. 38, p. 1439-1450. 1986.

MENEZES, N. A.; BUCKUP, P. A.; FIGUEIREDO, J. L.; MOURA, R. L. Catálogo das Espécies de Peixes Marinhos do Brasil. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 2003.

MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil – IV. Teleostei (3). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 1980.

MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil – V. Teleostei (4). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 1985.

MIHÁLY, P.; ANGULO, R. J. Dinâmica da desembocadura do corpo lagunar do Ararapira. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 32, n. 2, p. 217-222. 2002.

MUTO, E. Y.; SOARES, L. S. W.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. Demersal fish assemblages of São Sebastião, southeastern Brazil: structure and environmental conditioning factors (summer 1994). *Revista Brasileira de Oceanografia*, São Paulo, v. 48, n. 1, p. 9-27. 2000.

MUTO, E. Y.; CORBISIER, T. N.; COELHO, L. I.; ARANTES, L. P. L.; CHALOM, A.; SOARES, L. S. H. Trophic groups of demersal fish of Santos Bay and adjacent Continental Shelf, São Paulo State, Brazil: temporal and spatial comparisons, São Paulo, v. 62, n. 2. 2014.

NOERNBERG, M. A. Processos morfodinâmicos no complexo estuarino de Paranaguá – Paraná – Brasil. Um estudo a partir de dados in situ e LandSat TM. 180 f. Tese (Doutorado – Setor de Ciências da Terra) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

NOERNBERG, M. A.; LAUTERT, L. F. C.; ARAÚJO, A. D.; MARONE, E.; ANGELOTTI, R.; NETTO JR, J. P. B.; KRUG, L. A. Remote Sensing and GIS Integration for modelling the Paranaguá Estuarine Complex – Brazil. *Journal of Coastal Research*, v. 39, p. 1627-1631. 2006.

NYCHKA, D. FURRER, R. PAIGE, J. SAIN, S. Tools for spatial data. Pacote fields - ambiente R. 2017.

PERES-NETO, P. R.; LEGENDRE, P.; DRAY, S.; BORCARD, D. Variation partitioning of species data matrices: estimation and comparison of fractions. *Ecology*, v. 87, n. 10, p. 2614-2625. 2006.

PESSANHA, A. L. M.; ARAÚJO, F. G. Spatial, temporal and diel variations of fish assemblages at two sandy beaches in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 57, p. 817-828. 2003.

PIRES, A. M. S. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, southeastern Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, v. 86, n. 1, p. 63-76. 1992.

PIRES-VANIN, A. M. S. A macrofauna bêntica da plataforma continental ao largo de Ubatuba, São Paulo, Brasil. *Publ. Esp. Inst. Oceanogr*, v. 10, p.137-158. 1993.

QUILEZ, I. The importance of the Atlantic seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* as a food source for demersal fishes in the coastal waters of Suriname. 33 f. Master thesis submitted for the partial fulfillment of the title of Master of Science in Marine Biodiversity and Conservation. Faculty of Sciences, Ghent University, Anton De Kom Universiteit van Suriname, 2013-2014.

RIBEIRO NETO, F. B. Estudo da comunidade de peixes da Baía de Santos, SP. 196 f. Dissertação de mestrado - Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, SP, 1989.

RIOS, E. C. Seashells of Brazil. Museu Oceanográfico da Fundação Universidade do Rio Grande, 1985.

ROCHA, G. R. A.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. Demersal fish community on the inner shelf of Ubatuba, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Oceanografia*, São Paulo, v. 46, n. 2, p. 93-109. 1998.

SALINI, J. P.; BLABER, S. J. M.; BREWER, D. T. Diets of piscivorous fishes in a tropical Australian estuary, with special reference to predation on penaeid prawns. *Marine biology*, v. 105, p. 363 – 374. 1990.

SCHLUTER, D.; RICKLEFS, R. E. Species diversity: an introduction to the problem. In: RICKLEFS, R. E.; SCHLUTER, D. (Eds.). *Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Geographical Perspectives*. The University of Chicago Press, Chicago, 1993, p. 1-12.

SCHWARZ, R. J. Composição, estrutura e abundância da ictiofauna capturada com redes de arrasto de portas na plataforma continental interna rasa do litoral do Paraná. 200 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Zoologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SOUZA, U. P.; da COSTA, R. C.; MARTINS, I. A.; FRANSOZO, A. Associações entre as biomassas de peixes Sciaenidae (Teleostei: Perciformes) e de camarões Penaeoidea (Decapoda: Dendrobranchiata) no litoral norte do estado de São Paulo. *Biota Neotropica*, v. 8, n. 1, p. 83-92. 2008.

TER BRAAK, C. J. F. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, v. 67, p. 1167-1179. 1986.

VEIGA, F. A.; ANGULO, R. J.; MARONE, E.; BRANDINI, F. P. Características sedimentológicas da plataforma continental interna rasa na porção central do litoral paranaense. *Boletim paranaense de Geociências*, n. 65, p. 67-75. 2004.

VENABLES, W. N.; RIPLEY, B. D. *Modern Applied Statistics with S*. Pacote MASS – ambiente R. Fourth Edition. Springer, New York. 2002.

WILLEMS, T.; DE BACKER, A.; MOL, J. H.; VINCX, M.; HOSTENS, K. Distribution patterns of the demersal fish fauna on the inner continental shelf of Suriname. *Regional Studies in Marine Science*, v. 2, p. 177-188. 2015.

WISEMAN JR, W. J. American Geophysical Union - Baroclinic Processes on Continental Shelves. *Coastal and Estuarine Sciences*, v. 3, p. 109 – 115. 1986.

ZUUR, A. F.; IENO, E. N.; ELPHICK, C. S. A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods Ecology Evolution*, v. 1, p. 3-14. 2010.

ANEXO 1 – OCORRÊNCIAS/PERCENTUAIS DAS ESPÉCIES DA MEGAFaUNA BÊNICA NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO PARANÁ

Filo	Família	Espécie	N	%	Filo	Família	Espécie	N	%
Arthropoda	Aethridae	<i>Hepatus pudibundus</i>	256	0.075	Echinodermata	Sicyonidae	<i>Sicyonia dorsalis</i>	584	0.171
	Albuneidae	<i>Albunea gibbesii</i>	5	0.001		Solenoceridae	<i>Pleoticus muelleri</i>	267	0.078
	Diogenidae	<i>Clibanarius vittatus</i>	158	0.046			<i>Stomatopoda indet.</i>	39	0.011
	Epialtidae	<i>Libinia spinosa</i>	402	0.118		Astropectinidae	<i>Astropecten brasiliensis</i>	50	0.015
	Leucosiidae	<i>Persephona mediterranea</i>	96	0.028			<i>Astropecten marginatus</i>	1524	0.446
		<i>Persephona punctata</i>	48	0.014		Luidiidae	<i>Luidia senegalensis</i>	74	0.022
	Lysmatidae	<i>Exhippolysmata oplophoroides</i>	218	0.064		Mellitidae	<i>Encope emarginata</i>	130	0.038
	Penaeidae	<i>Artemesia longinaris</i>	65	0.019			<i>Mellita quinquiesperforata</i>	9484	2.78
		<i>Farfantepenaeus brasiliensis</i>	46	0.013	Mollusca	Arcidae	<i>Anadara brasiliiana</i>	6	0.002
		<i>Farfantepenaeus paulensis</i>	98	0.029		Cardiidae	<i>Dalocardia muricata</i>	1	0.001
		<i>Litopenaeus schmitti</i>	1506	0.441		Cassidae	<i>Semicassis granulata</i>	15	0.004
		<i>Rimapenaeus constrictus</i>	659	0.193		Naticidae	<i>Polinices hepaticus</i>	11	0.003
		<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	318.699	93.3		Olividae	<i>Olivancillaria urceus</i>	229	0.067
	Portunidae	<i>Arenaeus cribarius</i>	558	0.163			<i>Olivancillaria vesica</i>	1	0.001
		<i>Callinectes danae</i>	3190	0.934		Psammobiidae	<i>Psammotella cruenta</i>	2	0.001
		<i>Callinectes ornatus</i>	3235	0.947		Tellinidae	<i>Eurytellina lineata</i>	2	0.001
		<i>Callinectes sapidus</i>	13	0.004			<i>Thais haemastoma</i>	2	0.001
		<i>Achelous spinimanus</i>	2	0.001	Total 341.675				

**ANEXO 2 – OCORRÊNCIAS/PERCENTUAIS DAS ESPÉCIES DE PEIXES DEMERSAIS NA PLATAFORMA CONTINENTAL
INTERNA DO PARANÁ**

Família	Espécie	N	%	Família	Espécie	N	%
Achiridae	<i>Achirus declivis</i>	24	0.042	Phycidae	<i>Syacium micrurum</i>	4	0.007
	<i>Achirus lineatus</i>	20	0.035		<i>Urophycis brasiliensis</i>	96	0.17
	<i>Trinectes microphthalmus</i>	134	0.23		<i>Polydactylus oligodon</i>	2	0.003
	<i>Trinectes paulistanus</i>	328	0.57		<i>Polydactylus virginicus</i>	12	0.021
Ariidae	<i>Aspistos luniscutis</i>	148	0.26	Pomatomidae	<i>Pomatomus saltatrix</i>	4	0.007
	<i>Bagre bagre</i>	535	0.93	Priacanthidae	<i>Priacanthus arenatus</i>	1	0.002
	<i>Cathorops spixii</i>	2848	4.95	Pristigasteridae	<i>Chirocentrodon bleekermanus</i>	766	1.33
	<i>Genidens genidens</i>	40	0.069		<i>Pellona harroweri</i>	2992	5.20
	<i>Genidens barbatus</i>	39	0.068	Rhinobatidae	<i>Rhinobatus percellens</i>	12	0.021
	<i>Notarius grandicassis</i>	4	0.007		<i>Zapteryx brevirostris</i>	33	0.057
Batrachoididae	<i>Porichthys porosissimus</i>	94	0.16	Rhinopteridae	<i>Rhinoptera bonasus</i>	2	0.003
Blennidae	<i>Hypleurochilus fissicornis</i>	1	0.002	Sciaenidae	<i>Bairdiella ronchus</i>	15	0.026
Carangidae	<i>Caranx bartholomaei</i>	6	0.010		<i>Ctenosciaena gracilicirrhus</i>	4910	8.53
	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	1173	2.04		<i>Cynoscion acoupa</i>	4	0.007
	<i>Oligoplites saliens</i>	30	0.052		<i>Cynoscion jamaicensis</i>	2297	3.99
	<i>Selene setapinnis</i>	510	0.89		<i>Cynoscion leiarchus</i>	16	0.028
	<i>Selene vomer</i>	177	0.31		<i>Cynoscion microlepidotus</i>	230	0.40
	<i>Trachinotus carolinus</i>	1	0.002		<i>Cynoscion sp.</i>	6	0.010
Centropomidae	<i>Centropomus parallelus</i>	4	0.007		<i>Cynoscion virescens</i>	76	0.13
Cynoglossidae	<i>Symphurus tessellatus</i>	183	0.32		<i>Isopisthus parvipinnis</i>	2124	3.69
Dactylopteridae	<i>Dactylopterus volitans</i>	9	0.016		<i>Larimus breviceps</i>	4199	7.29
Dasyatidae	<i>Dasyatis guttata</i>	5	0.009		<i>Macrodon ancylodon</i>	205	0.36
Diodontidae	<i>Cyclichthys spinosus</i>	35	0.061		<i>Menticirrhus americanus</i>	1394	2.42
Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i>	23	0.040		<i>Micropogonias furnieri</i>	85	0.15
Gerreidae	<i>Diapterus rhombeus</i>	82	0.14		<i>Nebris microps</i>	795	1.38
	<i>Eucinostomus argenteus</i>	33	0.057		<i>Ophioscion punctatissimus</i>	97	0.17
	<i>Eucinostomus gula</i>	7	0.013		<i>Paralichthys brasiliensis</i>	4639	8.06
	<i>Eucinostomus melanopterus</i>	3	0.005		<i>Stellifer brasiliensis</i>	3965	6.89
	<i>Eucinostomus sp.</i>	1	0.002		<i>Stellifer rastriifer</i>	15728	27.32
Gramistidae	<i>Rypticus randalli</i>	30	0.052		<i>Stellifer stellifer</i>	673	1.17
	<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	2344	4.07		<i>Stellifer sp.</i>	377	0.65

ANEXO 3 – RESULTADOS DA ANÁLISE DE RDA COM PROCEDIMENTO DE SELEÇÃO DIRETA, REALIZADA COM A MATRIZ DE PEIXES DEMERSAIS PARA CADA ESTAÇÃO DO ANO. OS VALORES ENTRE PARÊNTESES MOSTRAM: (I); CORRELAÇÃO ENTRE A MATRIZ DE PEIXES DEMERSAIS E AS VARIÁVEIS ESPACIAIS, AMBIENTAIS E BIÓTICAS (II) VALORES DE SIGNIFICÂNCIA. PRECIPITAÇÃO 1 E 2 CORRESPONDEM AS PRECIPITAÇÕES ACUMULADAS DE UM E SETE DIAS, RESPECTIVAMENTE. (*) AS VARIÁVEIS SELECIONADAS PARA COMPOR OS MODELOS DAS VARIAÇÕES ESPACIAIS (PCNM) NÃO FORAM REPRESENTATIVAS DEVIDO AS BAIXAS CORRELAÇÕES.

Espacial				
Inverno				
	Variável selecionada	AIC	F	P
Peixes demersais (0.01; 0.465)	NA	NA	NA	NA
Primavera				
	Variável selecionada	AIC	F	P
Peixes demersais (0.06; 0.206)	PCNM22	-32.24	2.00	0.040
Verão				
	Variável selecionada	AIC	F	P
Peixes demersais (0.01; 0.433)	PCNM21	-23.37	2.68	0.010
	PCNM23	-23.76	2.31	0.010
	PCNM1	-23.97	2.10	0.035
Outono				
	Variável selecionada	AIC	F	P
Peixes demersais (-0.03; 0.651)	PCNM29	-34.27	2.40	0.015
Ambiental				
Inverno				
	Variável selecionada	AIC	F	P
Peixes demersais (0.18; 0.001)	Transparência	-18.04	4.95	0.005
	Temperatura	-19.28	3.14	0.005

	Salinidade	-19.26	1.87	0.010
	Precipitação 2	-19.65	2.20	0.005
	Profundidade	-20.03	2.15	0.010
	Maré	-20.00	1.73	0.035
Primavera				
	Variável selecionada	AIC	F	P
Peixes demersais (0.17; 0.001)	Profundidade	-36.51	6.42	0.005
	Transparência	-37.33	2.74	0.005
	Salinidade	-37.97	2.52	0.005
	Precipitação 1	-38.47	2.33	0.010
	Precipitação 2	-38.54	1.90	0.025
Verão				
	Variável selecionada	AIC	F	P
Peixes demersais (0.19; 0.001)	Profundidade	-27.86	7.40	0.005
	Transparência	-28.58	2.64	0.005
	Precipitação 2	-29.58	2.87	0.020
Outono				
	Variável selecionada	AIC	F	P
Peixes demersais (0.28; 0.001)	Transparência	-43.77	12.81	0.005
	Profundidade	-48.12	6.36	0.005
	Precipitação 2	-48.51	2.26	0.020
Biótica				
Inverno				
	Variável selecionada	AIC	F	P
Peixes demersais (0.17; 0.001)	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	-20.17	7.25	0.005
	<i>Pleoticus muelleri</i>	-20.79	2.53	0.005
	<i>Mellita quinquiesperforata</i>	-21.47	2.54	0.005
	<i>Rimapenaeus constrictus</i>	-21.43	1.80	0.045

	<i>Persephona mediterranea</i>	-21.36	1.73	0.040
	<i>Callinectes danae</i>	-21.65	2.02	0.005
	<i>Litopenaeus schmitti</i>	-21.67	1.74	0.035
Primavera				
	Variável selecionada	AIC	F	P
Peixes demersais (0.31; 0.001)	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	-40.30	10.63	0.005
	<i>Mellita quinquiesperforata</i>	-42.57	4.21	0.005
	<i>Hepatus pudibundus</i>	-44.57	3.85	0.005
	<i>Luidia senegalensis</i>	-45.22	2.48	0.005
	<i>Sycionia dorsalis</i>	-45.76	2.33	0.010
Verão				
	Variável selecionada	AIC	F	P
Peixes demersais (0.36; 0.001)	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	-35.57	16.39	0.005
	<i>Callinectes danae</i>	-36.73	3.08	0.005
	<i>Callinectes ornatus</i>	-37.59	2.73	0.005
	<i>Encope emarginata</i>	-38.45	2.69	0.005
	<i>Hepatus pudibundus</i>	-39.27	2.59	0.005
	<i>Clibanarius vittatus</i>	-39.77	2.25	0.020
	<i>Sycionia dorsalis</i>	-39.82	1.80	0.035
	<i>Rimapenaeus constrictus</i>	-40.31	2.16	0.015
	<i>Libinia spinosa</i>	-40.49	1.84	0.030
Outono				
	Variável selecionada	AIC	F	P
Peixes demersais (0.32; 0.001)	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	-44.90	14.17	0.005
	<i>Hepatus pudibundus</i>	-45.59	2.61	0.005

	<i>Farfantepenaeus paulensis</i>	-46.06	2.35	0.005
	<i>Olivancilaria urceus</i>	-46.45	2.22	0.015
	<i>Rimapenaeus constrictus</i>	-47.02	2.35	0.015